

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-295716

(43)Date of publication of application : 20.10.1992

(51)Int.Cl.

G01C 19/56  
G01P 9/04

(21)Application number : 03-060034

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO  
LTD

(22)Date of filing : 25.03.1991

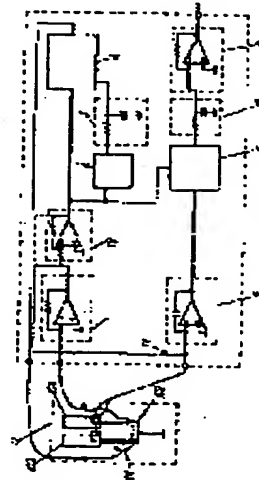
(72)Inventor : ICHISE TOSHIHIKO  
TERADA JIRO  
UEDA KAZUMITSU  
YOSHIDA SUMITAKE

## (54) ANGULAR-VELOCITY-SENSOR DRIVING CIRCUIT

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To achieve the decrease in temperature drift and the like by connecting a resistor element or a capacitor element between the third amplifier and the first amplifier which output the voltages that are proportional to the electric charges generated at the surface electrodes of the first and second piezoelectric elements.

**CONSTITUTION:** The phase and the magnitude of the leakage signal component for every single piece of an angular-velocity sensor are measured beforehand. An optimum capacitor element or resistor element for offsetting the leakage signal components is selected. Either of the output terminal of a first amplifier 1 or the output terminal of an inverted amplifier 10 is selected based on the polarity of the phase of the leakage signal component. The capacitor element or resistor element 11 is connected between the output terminal of the amplifier 1 and the input terminal of an amplifier 5. The electric charges which are generated in piezoelectric elements when the angular velocity is zero and inputted into the amplifier 5 are offset, and the amplitude at the amplifier stage before phase detection can be increased. The temperature drift of the output voltage can be decreased, and noise can be reduced.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-295716

(43) 公開日 平成4年(1992)10月20日

|                           |      |         |     |        |
|---------------------------|------|---------|-----|--------|
| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I | 技術表示箇所 |
| G 0 1 C 19/56             |      | 6964-2F |     |        |
| G 0 1 P 9/04              |      | 8708-2F |     |        |

審査請求 未請求 請求項の数2 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-60034

(22) 出願日 平成3年(1991)3月25日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 市瀬 俊彦

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 寺田 二郎

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 上田 和光

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

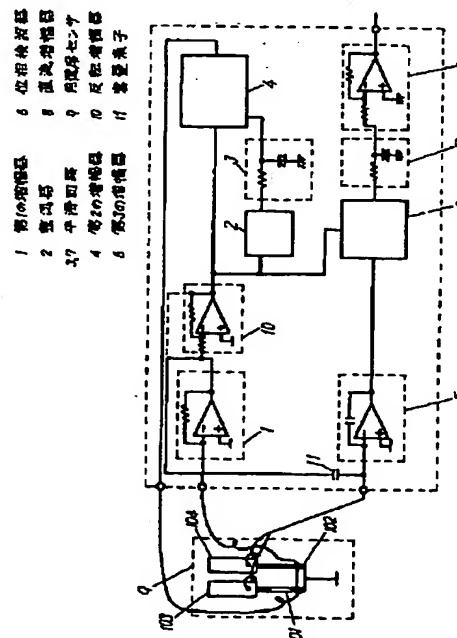
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 角速度センサ駆動回路

(57) 【要約】

【目的】 振動型角速度センサの駆動において角速度がゼロの時、センサの検知素子に生ずる不要信号成分の電荷により出力電圧の温度特性の悪化や、ノイズ、リップルが発生する課題を解決し、信頼性に優れた角速度センサ駆動回路を提供することを目的とする。

【構成】 角速度センサのモニタ用圧電素子102の表面電極に生ずる電荷を入力とする第1の増幅器1と、この第1の増幅器1の出力電圧を入力とする反転増幅器10と、この反転増幅器10の出力電圧を入力とし駆動用圧電素子101の駆動電圧を出力し音叉振動を一定に保つよう増幅度を変化させることの可能な第2の増幅器4と、第1、第2の検知用圧電素子103、104の表面電極に生ずる電荷を入力とする第3の増幅器5と、位相検波器6と、平滑回路7と直流増幅器8と、第1の増幅器1の出力端子もしくは反転増幅器10の出力端子と、前記第3の増幅器5の入力端子との間に抵抗素子もしくは容量素子11を接続した構成とすることにより、不要信号成分を打ち消し、安定した性能を有する角速度センサ駆動回路を得ることができる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】駆動用圧電素子と第1の検知用圧電素子とを互いに直交接合してなる第1の振動ユニット及びモニタ用圧電素子と第2の検知用圧電素子とを互いに直交接合してなる第2の振動ユニットからなり、かつ前記第1、第2の振動ユニットを検知軸に沿って互いに平行になるように前記駆動用圧電素子と前記モニタ用圧電素子の自由端どうしを連結板で連結して音叉構造とした角速度センサと、この角速度センサのモニタ用圧電素子の表面電極に生ずる電荷を入力とする第1の増幅器と、この第1の増幅器の出力電圧を整流する整流器と、この整流器の出力電圧を平滑する平滑回路と、上記平滑回路の出力電圧ならびに第1の増幅器の出力電圧を入力とする反転増幅器と、この反転増幅器の出力電圧を入力とし前記駆動用圧電素子の駆動用電圧を変調して出力する第2の増幅器と、この角速度センサの第1と第2の検知用圧電素子の表面電極に生ずる電荷を入力としこの電荷量に比例した電圧を出力する第3の増幅器と、この第3の増幅器の出力電圧を音叉振動のタイミングによって位相検波する位相検波器と、この位相検波器の出力信号を平滑する平滑回路と、この平滑回路の出力電圧を直流増幅する直流増幅器と、前記第1の増幅器の出力端子もしくは反転増幅器の出力端子のいずれかと前記第3の増幅器の入力端子との間に抵抗素子もしくは容量素子を接続して構成された角速度センサ駆動回路。

【請求項2】角速度センサが金属振動体により構成された音叉に圧電体を接合して構成されたものである請求項1記載の角速度センサ駆動回路。

## 【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】本発明はセラミック圧電素子を使用した音叉構造振動型角速度センサを駆動し、角速度に比例した電圧を出力するための角速度センサ駆動回路に関するものである。

【従来の技術】従来の角速度センサ駆動回路を図面に基き説明する。図6は従来の角速度センサ駆動回路の構成を示すブロック図であり、1は第1の増幅器、2は整流器、3は平滑回路、4は第2の増幅器、5は第3の増幅器、6は位相検波器、7は平滑回路、8は直流増幅器、9は音叉構造振動型角速度センサをそれぞれ示すものである。音叉構造振動型角速度センサ9は、モニタ用圧電素子102の表面電荷を増幅する第1の増幅器1と、この出力電圧を整流する整流器2と、この整流器2の出力電圧を平滑する平滑回路3と、この平滑回路3の出力電圧値が高くなると増幅度が低下し、低くなると増幅度が高くなるように構成された第2の増幅器4とによって駆動用圧電素子101に印加される電圧振幅が制御され、音叉は一定振幅で音叉振動するように構成されている。また、第1、第2の検知用圧電素子103、104の表面電極には印加される角速度に応じて電荷が生じる。この電荷は第3の増幅器5で増幅され、位相検波器

2

6で音叉振動の周期で位相検波されて角速度に比例した電圧が得られる。この電圧は直流増幅器8によって直流増幅されて出力されるように構成されたものであった。

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の角速度センサ駆動回路では、駆動用圧電素子101と第1の検知用圧電素子103との直交精度及びモニタ用圧電素子102と第2の検知用圧電素子104との直交精度バラツキにより、角速度信号がゼロの時でも第3の増幅器5の入力端に音叉振動による電荷が生じる。この電荷は位相検波器6を通過する時に完全に除去することができるが、この電荷は角速度によって生ずる電荷に対し非常に大きな値であるために位相検波を行う前の第3の増幅器5で増幅度を上げることができず、したがって位相検波を行った後の直流増幅器8の増幅度を上げる必要があり、これによって位相検波器6のスイッチングスピードの変動により出力電圧が不安定になったり、直流増幅器8のオフセット変動による出力電圧の温度変化によるドリフトの発生などによる性能バラツキが大きくなり、出力信号にリップルやノイズなどの悪影響を与えるという課題を有したものであった。本発明は上記課題を解決し、性能の安定を図った角速度センサ駆動回路の提供を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明による角速度センサ駆動回路は、モニタ用圧電素子の表面電極に生ずる電荷を入力とする第1の増幅器と、この第1の増幅器の出力電圧を入力とする反転増幅器と、この反転増幅器の出力電圧を入力とし前記駆動用圧電素子の駆動電圧を出力すると共に音叉振動を一定に保つように増幅度を变化させることの可能な第2の増幅器と、この角速度センサの第1と第2の検知用圧電素子の表面電極に生ずる電荷を入力としこの電荷量に比例した電圧を出力する第3の増幅器と、この第3の増幅器の出力電圧を音叉振動のタイミングによって位相検波する位相検波器と、この位相検波器の出力信号を平滑する平滑回路と、この平滑回路の出力電圧を直流増幅する直流増幅器と、前記第1の増幅器の出力端子もしくは前記反転増幅器の出力端子のいずれかと前記第3の増幅器の入力端子との間に抵抗素子もしくは容量素子を接続した構成としたものである。

【作用】この構成によって第3の増幅器の入力信号に含まれる音叉振動によるモレ信号成分を打ち消すことが可能となり、これにより第3の増幅器の増幅度を上げることが可能となる。すなわち、音叉振動によるモレ信号成分は音叉振動電圧を増幅している第1の増幅器の出力電圧と同位相もしくは180°位相のズレた信号成分である。このため、同位相の場合には、この信号を反転増幅した信号をモレ信号の大小に応じて一定量加えてやればモレ信号を打ち消すことが可能であり、第1の増幅器の出力電圧と180°位相のズレた信号成分であれば第1の増幅器の出力電圧をモレ信号の大小に応じて一定量加

えてやればモレ信号を打ち消すことが可能となるものである。

【実施例】以下、本発明による角速度センサ駆動回路の一実施例を図面に基いて説明する。まず音叉構造振動型角速度センサについて図3～図5を用いて説明する。

図3は本発明による角速度センサの構成を示す斜視図であり、主に4つの圧電素子からなる駆動素子101、モニタ素子102、第1及び第2の検知素子103、104で構成され、駆動素子101と第1の検知素子103とを接合部105で直交接合した第1の振動ユニット109と、モニタ素子102と第2の検知素子104とを接合部106で直交接合した第2の振動ユニット110とを連結板107で連結し、この連結板107を支持棒108で一点支持した音叉構造に構成されている。なお、上記4つの圧電素子101～104はそれぞれ金属振動体により構成された音叉に圧電体を接合して構成されたものである。このように構成された角速度センサの駆動素子101に正弦波電圧信号を与えると、逆圧電効果により第1の振動ユニット109が振動を始め、音叉振動により第2の振動ユニット110も振動を開始する。従ってモニタ素子102の圧電効果によってモニタ素子102表面に発生する電荷は駆動素子101へ印加している正弦波電圧信号に比例する。このモニタ素子102に発生する電荷を検出し、これが一定振幅になるように駆動素子101へ印加する正弦波電圧信号をコントロールすることにより安定した音叉振動を得ることができる。この角速度センサ9が角速度に比例した出力を発生させるメカニズムを図4及び図5を用いて説明する。図4は上記図3に示した角速度センサ9を上からみた状態を示すもので、速度 $v$ で振動している第1の検知素子103に角速度 $\omega$ の回転が加わると、第1の検知素子103には『コリオリの力』が生じる。この『コリオリの力』は速度 $v$ に垂直で大きさは $2m v \omega$ である。第1の検知素子103は音叉振動をしているので、ある時点で速度 $v$ で振動しているとすれば、第2の検知素子104は速度 $-v$ で振動しており『コリオリの力』は $-2m v \omega$ である。よって第1、第2の検知素子103、104は図5のように互いに『コリオリの力』が働く方向に変形し、第1、第2の検知素子表面には圧電効果によって電荷が生じる。ここで $v$ は音叉振動によって生じる運動であり、音叉振動が

$$v = a \cdot \sin \omega t \quad a: \text{音叉振動の振幅}$$

$$\omega: \text{音叉振動の周期}$$

であるとすれば、『コリオリの力』は

$$F = a \cdot \omega \cdot \sin \omega t$$

となり、角速度 $\omega$ 及び音叉振幅 $a$ に比例しており、第1、第2の検知素子103、104を面方向に変形させる力となる。従って第1、第2の検知素子103、104の表面電荷量 $Q$ は

$$Q \propto a \cdot \omega \cdot \sin \omega t$$

となり音叉振幅 $a$ が一定にコントロールされているとすれば、

$$Q \propto \omega \cdot \sin \omega t$$

となり第1、第2の検知素子103、104に発生する表面電荷量 $Q$ は角速度 $\omega$ に比例した出力として得られ、この信号を $\omega t$ で同期検波すれば角速度 $\omega$ に比例した直流信号が得られる。なお、このセンサに角速度以外の並進運動を与えても第1の検知素子103と第2の検知素子104の2つの素子表面には同極性の電荷が生ずるため、直流信号に変換時、互いに打ち消しあって出力は出ないようになっている。図1は本発明による角速度センサ駆動回路の一実施例を示すものであり、図1は本発明の角速度センサ駆動回路の構成を示すブロック図であり、1は第1の増幅器、2は整流器、3は平滑回路、4は第2の増幅器、5は第3の増幅器、6は位相検波器、7は平滑回路、8は直流増幅器、9は音叉構造振動型角速度センサ、10は反転増幅器、11は容量素子をそれぞれ示すものである。また、図2(a)、(b)、

(c)は前記図1に示すブロック図における各部分の出力電圧を示す出力波形図であり、(a)は第1の増幅器1の出力電圧、(b)は反転増幅器10の出力電圧、

(c)の破線は第3の増幅器5に入力される角速度信号に比例した振幅で音叉振動周期と同周期の電荷、実線は音叉振動のモレ信号成分の電荷である。この音叉振動のモレ信号成分は前記した通り角速度センサの組立上の角度ズレによって生じ、その振幅量はズレの大きさに比例し、位相は角度ズレが $90^\circ$ に対し(+)側か(-)側かによって $180^\circ$ 異なった位相となるものである。従って、あらかじめ角速度センサ単品ごとにモレ信号成分の位相と大きさを測定し、このモレ信号成分を打ち消すために最適な容量素子もしくは抵抗素子11を選択し、モレ信号成分の位相の極性により第1の増幅器1の出力端子もしくは反転増幅器10の出力端子のいずれかを選択して上記端子と第3の増幅器5の入力端子との間に容量素子もしくは抵抗素子11を接続することにより前記図2(c)に実線で示すモレ信号成分を減少させることができる。このように構成された角速度センサ駆動回路において、仮に図2(c)に実線で示すモレ信号成分が破線で示す第3の増幅器5に入力される角速度信号に比例した振幅で音叉振動周期と同周期の電荷の信号に対し10倍の大きさであったとすると、実線のモレ信号成分を打ち消すことにより第3の増幅器5の増幅度を10倍に上げることができ、従来と同感度の出力電圧を得るためには直流増幅器8の増幅度は $1/10$ でよいことになる。この結果、位相検波器6のスイッチングスピードによる誤差や直流増幅器8のオフセット変動による誤差が $1/10$ に縮小され、またノイズ及びリップルも小さくなる。なお、第3の増幅器5の増幅度を10倍にすることにより第3の増幅器5のオフセット変動も10倍の影響が生じるが、位相検波器6を介した構成とすることに

5

よりこの影響は除去され、性能の安定化を図ることが可能になる。

【発明の効果】本発明による角速度センサ駆動回路は、角速度がゼロの時に検知用圧電素子に発生し第3の増幅器に入力する電荷を打ち消すことが可能となり、これにより位相検波前の増幅段における増幅度を上げることが可能となり、これにより出力信号に含まれる音叉振動周波数のリップルの減少、位相検波器のスイッチングスピードの変動による出力電圧のフラツキや温度ドリフトの低下、直流増幅器のオフセット変動による出力電圧の温度ドリフトの低下、出力電圧に含まれるノイズの減少などの効果を得ることが可能になるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例における角速度センサ駆動回路の構成を示すブロック図

【図2】(a) 同実施例における第1の増幅器の出力電圧を示す出力波形図

(b) 同実施例における反転増幅器の出力電圧を示す出力波形図

(c) 音叉振動のモレ信号成分の電荷を示す出力波形図

【図3】同実施例における角速度センサの構成を示す斜視図

【図4】同実施例における角速度センサの動作を説明する主要部平面図

6

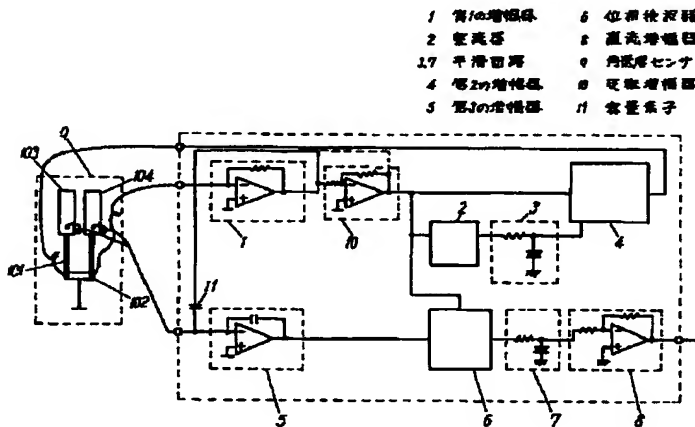
【図5】同実施例における角速度センサの動作を説明する主要部斜視図

【図6】従来の角速度センサ駆動回路の一例を示すブロック図

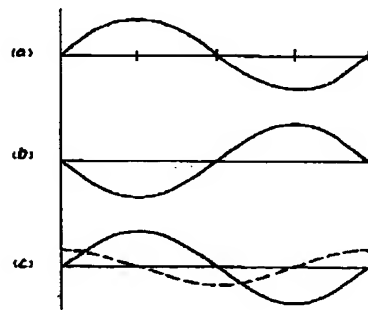
【符号の説明】

- 1 第1の増幅器
- 2 整流器
- 3, 7 平滑回路
- 4 第2の増幅器
- 5 第3の増幅器
- 6 位相検波器
- 8 直流増幅器
- 9 角速度センサ
- 10 反転増幅器
- 11 容量素子
- 101 駆動用圧電素子
- 102 モニタ用圧電素子
- 103 第1の検知用圧電素子
- 104 第2の検知用圧電素子
- 105, 106 接合部
- 107 連結板
- 109 第1の振動ユニット
- 110 第2の振動ユニット

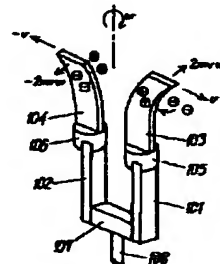
【図1】



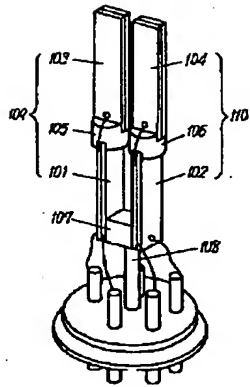
【図2】



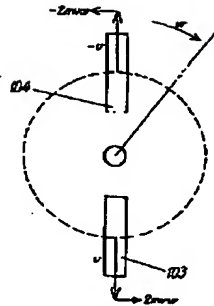
【図5】



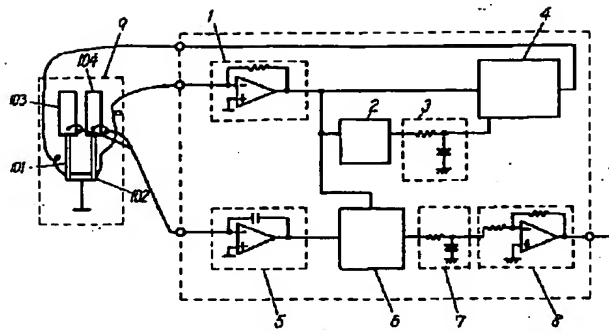
【図3】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 純威  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**